

(11)Publication number : 2000-207722

(43)Date of publication of application : 28.07.2000

(51)Int.Cl.

G11B 5/66

G11B 5/02

(21)Application number : 11-002270

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 07.01.1999

(72)Inventor : KOJIMA KUNIO  
OGIMOTO YASUSHI  
SAWAMURA SHINZO  
KATAYAMA HIROYUKI

---

(54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND HEAT ASSISTED REPRODUCTION METHOD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To preproduce information recorded at high density under condition of good S/N while suppressing crosstalks by setting a temperature for maximizing saturation magnetization within a specified range between the magnetic compensation temperature of recording region and Curie temperature and setting the compensation temperature higher than the room temperature.

SOLUTION: Magnetic compensation temperature of a magnetic film in a magnetic recording medium is set higher than the room temperature at 40-100° C, preferably at 43-80° C, and more preferably at 46-60° C. The temperature for maximizing saturation magnetization in the recording region of the magnetic recording medium between the magnetic compensation temperature of the magnetic film and Curie temperature is set in the range of 150-250° C, preferably in the range of 160-240° C. Since the temperature on the outside of reading region of the recording layer not irradiated with a light beam is separated sufficiently from the temperature range of the reading region in the range of 150-250° C, generation of crosstalks can be prevented when information is reproduced.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.12.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] In the magnetic-recording medium for the heat assistant record playback which reproduces information magnetically by the head which heats a record section, and records information magnetically, and heats a record section, and has a magneto-resistive effect The magnetic-recording medium by which magnetic compensation temperature of a record section is characterized by being set up more highly than a room temperature while the temperature used as the maximum of saturation magnetization between the magnetic compensation temperature of a record section and the Curie point is set up in the temperature requirement from 150 degrees C to 250 degrees C.

[Claim 2] In the magnetic-recording medium for the heat assistant record playback which reproduces information magnetically by the head which heats a record section, and records information magnetically, and heats a record section, and has a magneto-resistive effect While being set up in the temperature requirement from 150 degrees C to 250 degrees C, the temperature used as the maximum of saturation magnetization between the magnetic compensation temperature of a record section and the Curie point The magnetic-recording medium characterized by setting up the magnetic compensation temperature of a record section according to the temperature in which a record section carries out a temperature up by generation of heat of a head based on playback of the information by the magneto-resistive effect.

[Claim 3] The heat assistant playback approach characterized by changing the bias current of the head for playback by the magneto-resistive effect according to the temperature of the above-mentioned record section in case the information recorded on the record section of a magnetic-recording medium according to claim 1 or 2 is reproduced.

[Claim 4] the jitter value of a regenerative signal acquired from a magnetic-recording medium according to claim 1 or 2, an error rate, and signal level -- inner -- one -- or the heat assistant playback approach according to claim 3 characterized by measuring those plurality and setting up a bias current based on the result.

[Claim 5] The heat assistant playback approach according to claim 4 characterized by setting up a bias current by reproducing the information recorded on the appraisal universe in a record section set up beforehand.

[Claim 6] The heat assistant playback approach according to claim 5 characterized by establishing appraisal universe in two or more places.

[Claim 7] The heat assistant playback approach given in claim 4 characterized by setting up a bias current waiting [ record or playback ] thru/or any 1 term of 6.

[Claim 8] The heat assistant playback approach given in claim 4 characterized by measuring one or those plurality among the jitter value of a regenerative signal, an error rate, and signal level, and setting up a bias current based on the result when the temperature near the read-out field of a record section according to claim 1 or 2 is detected and a predetermined temperature change arises thru/or any 1 term of 7.

[Claim 9] every fixed time amount -- the jitter value of a regenerative signal, an error rate, and signal level -- inner -- one -- or the heat assistant playback approach given in claim 4 characterized by measuring those plurality and setting up a bias current based on the result thru/or any 1 term of 7.

JP 7-2000-201122 3/20/00

[Claim 10] The heat assistant playback approach given in claim 4 characterized by resetting a bias current when the jitter value of a regenerative signal becomes larger than a predetermined value thru/or any 1 term of 7.

[Claim 11] The heat assistant playback approach given in claim 4 characterized by resetting a bias current when the error rate of a regenerative signal becomes larger than a predetermined value thru/or any 1 term of 7.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the heat assistant playback approach using the magnetic-recording medium and it which carry out record playback of the information magnetically to a record section according to the temperature up by the heat source.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the technique of realizing high density record by fusion on opto-electronics and a magnetic-recording playback technique is developed. For example, the magnetic-recording medium of the ferrimagnetic substance whose compensation temperature is an abbreviation room temperature, and the heat assistant magnetic-recording playback system by the laser beam which used it are indicated by JP,4-176034,A.

[0003] In such a heat assistant magnetic-recording playback system, while impressing an external magnetic field by the magnetic head for record at the time of record where it carried out the temperature up by the laser beam and the coercive force of the record section in a magnetic-recording medium is reduced, and recording information on the above-mentioned record section, a temperature up is carried out by the laser beam also at the time of playback, the reinforcement of the residual magnetization of the above-mentioned record section is increased, the magnetic flux from the residual magnetization is detected by the magnetic head for playback, and information is reproduced.

[0004] In this heat assistant magnetic-recording playback system, since residual magnetization is close to zero in the abbreviation room temperature field as for which a temperature up is not carried out by the laser beam, even if larger, the width of face, i.e., the gap width of face, which becomes perpendicular to the truck in the magnetic head for playback, than the track pitch on which information is recorded, it becomes possible to stop the cross talk from an adjoining track small enough, and informational playback by which high density record was carried out can be realized.

[0005] Moreover, in the magnetic-recording field, the reproducing head is MR (Magnet-Resistive) using a magneto-resistive effect with high field sensibility in connection with the densification of record. GMR from which a head becomes in use and still higher field sensibility is obtained recently (Giant Magnet-Resistive) The head is commercialized.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Also in the magnetic-recording playback system by heat assistance, in order to promote densification and to go, it is desirable to use an MR head or a GMR head as the reproducing head.

[0007] Then, this invention persons experimented in many things about the magnetic-recording playback by heat assistance using the magnetic-recording medium and MR head which have the ferrimagnetic substance whose above-mentioned compensation temperature is an abbreviation room temperature as recording layers, and worked on the technical problem extracted from them, and its countermeasure.

[0008] The outline is described below. It had width of face of about 5 micrometers perpendicularly to the direction of a truck in the used MR head, and an optical spot size was set as about 1.2 micrometers, and the time of playback set optical power as about 6mW at the time of record. The disk rotational frequency of a disk-like magnetic-recording medium was set as 3600rpm, and the record frequency was set as 2MHz.

[0009] Information is recorded on one recording track of a magnetic-recording medium, and the signal reproduced by heat assistance from this recording track is shown in drawing 15 (a). Moreover, the regenerative signal in the condition of not irradiating a light beam is also collectively shown in drawing 15 (b). The amount of regenerative signals with the large direction when irradiating a light beam is obtained so that drawing 15 (a) and (b) may show. However, it did not fall, so that the amount of regenerative signals when not irradiating a light beam expected that it mentioned later, but signal level has stopped at reduction about a quadrant.

[0010] The temperature characteristic of the residual magnetization observed by VSM (sample oscillating-type magnetometer) of the magnetic-recording medium used for the experiment is shown in drawing 16. After making a magnetic-recording medium magnetize in an elevated-temperature side, this temperature characteristic lowers temperature, measures the reinforcement of the residual magnetization in each temperature, and is acquired. Moreover, in optical power 6mW, a magnetic-recording medium is heated to near about 200 degree C. According to the temperature characteristic of drawing 16, near a room temperature, the amount of residual magnetization will be decreased or less to 1/10 as compared with 200 degrees C.

[0011] Since the sensibility of an MR head is proportional to the result shown in drawing 15 about by this temperature characteristic at residual magnetization, it is predicted as that by which the fall of the regenerative signal near this magnitude of attenuation is observed.

[0012] However, only attenuation about a quadrant was observed from the experimental result shown in drawing 15 as mentioned above. Also in the condition of not irradiating a light beam, I hear that the temperature up of the magnetic-recording medium is carried out across near a room temperature, and being judged from this experimental result has it.

[0013] If a trial calculation is made from the experimental result of drawing 15, and the temperature characteristic of drawing 16, the magnetic-recording medium will be heated to near 50 degree C also in the condition of not irradiating a light beam. Since this experiment was conducted with the ambient temperature of 25 degrees C, a gone up part of the temperature of a magnetic-recording medium becomes 25 degrees C.

[0014] This result has suggested that the heat source else [ other than a light beam ] exists. Since what is uniquely considered as other heat sources other than a light beam had only an MR head, this invention persons reached the conclusion that the magnetic-recording medium was heated by the MR head.

[0015] With the head using magneto-resistive effects, such as an MR head and a GMR head, in order to detect magnetic field strength by resistance change at the time of playback, impression of a bias current is always needed. The Joule's heat arises on a head according to this bias current, and it is thought that this is a heat source.

[0016] In playback by the thin film head to which this invention persons do not need a bias current as a proof at the time of playback, although regenerative-signal level is small compared with an MR head, the magnitude of attenuation is checking the large thing in an experiment.

[0017] Therefore, since the temperature up of the record section of the magnetic-recording medium corresponding to the size of a head will be carried out from an ambient temperature

when an MR head is used, even if it does not irradiate a light beam, magnetic flux will leak from a magnetic-recording medium, and it will come out. This will mean that an MR head detects the leakage flux from the field which is not irradiating the light beam, when irradiating a light beam and reproducing information, and this leakage flux will appear as a cross talk on a regenerative signal.

[0018] As mentioned above, in the magnetic-recording playback medium for heat assistant record playback and the combination of an MR head whose compensation temperature by which the conventional proposal is made is an abbreviation room temperature, it became clear that the technical problem that effectiveness by heat assistance cannot demonstrate at the time of playback occurred. This serves as the same situation, also when using the head using magneto-resistive effects, such as a GMR head which needs a bias current.

[0019] This invention is made in view of the trouble extracted from the above-mentioned experimental result, and even if the head using a magneto-resistive effect and the magnetic-recording playback technique by heat assistance are used for it, it aims at offering the heat assistant playback approach using a suitable magnetic-recording medium and suitable it stopping a cross talk and for S/N reproducing the information by which high density record was carried out in the good condition.

[0020]

[Means for Solving the Problem] this invention persons result in this invention, as a result of inquiring wholeheartedly, in order to solve the trouble mentioned above. Namely, in order to solve the above-mentioned technical problem, the magnetic-recording medium of this invention heats a record section, and records information magnetically. And heat a record section and it sets to the magnetic-recording medium for the heat assistant record playback which reproduces information magnetically by the head which has a magneto-resistive effect. While the temperature used as the maximum of saturation magnetization between the magnetic compensation temperature of a record section and the Curie point is set up in the temperature requirement from 150 degrees C to 250 degrees C, it is characterized by setting up the magnetic compensation temperature of a record section more highly than a room temperature.

[0021] According to the above-mentioned configuration, in a magnetic-recording medium, since the temperature used as the maximum of saturation magnetization between the magnetic compensation temperature of a record section and the Curie point is set up in the temperature requirement from 150 degrees C to 250 degrees C, it can carry out [\*\*\*\*]-izing of the residual magnetization, and can reproduce the information from the above-mentioned record section good in the heated record section.

[0022] Moreover, since magnetic compensation temperature is set up with the above-mentioned configuration more highly than a room temperature, also when using the head using the magnetic reluctance effectiveness it is substantially ineffective in a heat source and reproducing the recorded information, it becomes possible to control the residual magnetization of the record section outside a read-out field to min. Therefore, with the above-mentioned configuration, the effectiveness that S/N of a regenerative signal becomes good is acquired.

[0023] In the magnetic-recording medium for the heat assistant record playback which reproduces information magnetically by the head which other magnetic-recording media by this invention heat a record section, and record information magnetically, and heats a record section, and has a magneto-resistive effect While being set up in the temperature requirement from 150 degrees C to 250 degrees C, the temperature used as the maximum of saturation magnetization between the magnetic compensation temperature of a record section and the Curie point It is characterized by setting up the magnetic compensation temperature of a record section according to the temperature in which a record section carries out a temperature up by generation of heat of a head based on playback of the information by the magneto-resistive effect.

[0024] Since according to the above-mentioned configuration magnetic compensation temperature is highly set up by the temperature up at least even if a record medium is heated and carries out a temperature up by generation of heat with the head using a magneto-resistive effect, the residual magnetization of the record section outside a read-out field can be set as

min, and the regenerative signal of good S/N made into the purpose of heat assistant playback is acquired.

[0025] In case the heat assistant playback approach of this invention reproduces the information recorded on the record section of a magnetic-recording medium according to claim 1 or 2, it is characterized by changing the bias current of the head for playback by the magneto-resistive effect according to the temperature of the above-mentioned record section.

[0026] When reproducing the information recorded from the magnetic-recording medium of claims 1 or 2 using the head using a magneto-resistive effect according to the above-mentioned approach, generation of heat of a head can be controlled by adjusting the bias current impressed to a head according to the temperature of the above-mentioned record section, and the temperature in the record section outside the record section reproduced of the head circumference can be brought close to the magnetic compensation temperature of a record section.

[0027] Therefore, since it becomes possible to make residual magnetization of the record section outside the record section reproduced into min even if the deflection of the magnetic compensation temperature by the variation in the presentation of a record section etc. arises or change of the amount of heating by change of the linear velocity of a head arises by the above-mentioned approach, it becomes possible to maintain S/N of a regenerative signal good.

[0028] the jitter value of a regenerative signal acquired from the above-mentioned magnetic-recording medium by the above-mentioned heat assistant playback approach, an error rate, and signal level -- inner -- one -- or those plurality may be measured and a bias current may be set up based on the result.

[0029] According to the above-mentioned approach, since control of a bias current will be performed via exoergic control of a head, temperature up control of a record section, control of the magnetization intensity on a record section, the magnetization detection by the head, detecting-signal magnification, signal processing, and signal evaluation, a closed loop can be formed in control of a bias current.

[0030] Thereby, by the above-mentioned approach, since a bias current can be set up with a sufficient precision, the variation in circuits, such as a control system, can be compressed and it becomes possible to make S/N of a regenerative signal good. Moreover, in order for actual playback actuation to estimate a signal quality and to set up the bias current of a head based on the result, it becomes possible to make S/N of a regenerative signal good according to recovery status.

[0031] By the above-mentioned heat assistant playback approach, a bias current may be set up by reproducing the information recorded on the appraisal universe in a record section set up beforehand.

[0032] Since according to the above-mentioned approach the information beforehand recorded on the appraisal universe where it was beforehand set up on the record section is reproduced and the signal quality is evaluated, it can carry out quickly [ evaluation ] and easily. Thereby, a quick setup of the bias current of a head is attained.

[0033] At this time, it is very effective that the information currently recorded on appraisal universe is the information set up beforehand. That is because evaluation of a signal quality becomes possible [ being able to perform easily and raising evaluation precision ]. For example, simple pattern information, single frequency, and a random pattern are mentioned as information set up beforehand. Furthermore, it also has the advantage that the danger of damaging user data by separating a user data area and appraisal universe according to the situation which is not expected at the time of a bias current setup disappears.

[0034] By the above-mentioned heat assistant playback approach, appraisal universe may be established in two or more places. According to the above-mentioned approach, further, in order to establish appraisal universe in two or more [ on a record section ], for example, when rotating a disk-like medium with constant angular velocity, change of linear velocity arises on the inner circumference and the periphery of a disk-like medium. The effect which the flying height of a head changes and generation of heat of a head has on a record section by change of this linear velocity also changes.

[0035] Therefore, by the above-mentioned approach, since the bias current of a head can be finely set up by applying to a periphery from the inner circumference on the record section of a disk-like medium, and preparing two or more appraisal universes, the dependability of information playback can be improved.

[0036] By the above-mentioned heat assistant playback approach, a bias current may be changed at the time of standby of record or playback. According to the above-mentioned approach, in order to set up a bias current waiting [ record or playback ], activation becomes possible, without affecting actual record or playback actuation.

[0037] the case where detected the temperature near the read-out field of a record section according to claim 1 or 2, and a predetermined temperature change arises by the above-mentioned heat assistant playback approach -- the jitter value of a regenerative signal, an error rate, and signal level -- inner -- one -- or those plurality may be measured and a bias current may be set up based on the result.

[0038] Since the crystalloid of a regenerative signal is evaluated and the bias current of a head is determined based on the result when according to the above-mentioned approach the temperature near [ on a record section ] the read-out field is detected and the temperature change of the specified quantity arises, a setup of the bias current also in consideration of the effect of the record medium by change of an ambient temperature is attained. Therefore, the dependability of information playback can be improved by the above-mentioned approach.

[0039] the above-mentioned heat assistant playback approach -- every fixed time amount -- the jitter value of a regenerative signal, an error rate, and signal level -- inner -- one -- or those plurality may be measured and a bias current may be set up based on the result.

[0040] Since according to the above-mentioned approach the quality of a regenerative signal is evaluated for every fixed time amount and a bias current is set up based on the result, a special sensor is not needed but a fine setup of a more exact bias current corresponding to change of a playback condition is attained.

[0041] When the jitter value of a regenerative signal becomes larger than a predetermined value by the above-mentioned heat assistant playback approach, it is desirable to reset a bias current.

[0042] Since a bias current is reset when this jitter value exceeds a predetermined value based on the jitter value of the regenerative signal acquired by the informational renewal process according to the above-mentioned approach, a setup of a bias current with the high dependability adapted to recovery status is attained.

[0043] When the error rate of a regenerative signal becomes larger than a predetermined value by the above-mentioned heat assistant playback approach, it is desirable to reset a bias current.

[0044] Since a bias current is reset when this error rate exceeds a predetermined value based on the error rate of the regenerative signal acquired by the informational renewal process according to the above-mentioned approach, a setup of a bias current with the high dependability adapted to recovery status is attained.

[0045]

[Embodiment of the Invention] [Gestalt 1 of operation] It will be as follows if the gestalt 1 of operation concerning the magnetic-recording medium of this invention is explained based on drawing 1 thru/or drawing 3. As shown in drawing 3, the above-mentioned magnetic-recording medium 1 is used for the heat assistant playback mentioned later, and has a magnetic film as a recording layer (the thickness of a recording layer is 100nm) which consists of the ferrimagnetic substance on transparency support substrates, such as glass.

[0046] By such magnetic-recording medium 1, the magnetic compensation temperature of the magnetic film in the magnetic-recording medium 1 is higher than a room temperature, and is more preferably set as 46 degrees C - 60 degrees C still more preferably 43 degrees C - 80 degrees C 40 degrees C - 100 degrees C.

[0047] Moreover, the temperature used as the maximum of saturation magnetization between the magnetic compensation temperature of the magnetic film used as the record section in the above-mentioned magnetic-recording medium 1 and the Curie point is set up in the temperature

requirement from 170 degrees C to 230 degrees C still more preferably [ it is / from 150 degrees C to 250 degrees C / more desirable, and ] from 160 degrees C to 240 degrees C.

[0048] Moreover, the above-mentioned magnetic-recording medium is set up so that 200 degrees C - 400 degrees C of 240 degrees C - 360 degrees C of Curie points may become within the limits of 280 degrees C - 320 degrees C still more preferably more preferably.

[0049] As a material of such a magnetic film, the alloy which consists of three metals, Tb, Fe, and Co, for example is mentioned. Generally it is known for the magnetic film which consists of such an alloy that magnetic compensation temperature will change with the contents of Tb. [0050] As the presentation is Tb<sub>26</sub>Fe<sub>44</sub>Co<sub>30</sub> (a figure shows atomic at%, respectively) and shows drawing 1, as for the magnetic film produced with the gestalt 1 of this operation, the Curie point is [ the temperature from which magnetic compensation temperature (drawing compensation point) serves as maximum of saturation magnetization near about 50 degree C ] 200 degrees C with 300 degrees C or more, respectively. Drawing 1 is a graph which was made to carry out the sequential fall of the temperature, measured the residual magnetization of the magnetic film in each temperature, and was obtained and which shows the temperature characteristic of a magnetic film, after making a magnetic film magnetize by the elevated-temperature side to which coercive force falls.

[0051] The record playback experiment of a signal was conducted using this magnetic-recording medium 1. Used MR head 2 had about 5-micrometer width of face in the perpendicular direction to the truck, an optical spot size is about 1.2 micrometers, and optical power carried out the time of read while write by about 6mW. The record frequency of a disk rotational frequency is 2MHz in 3600rpm.

[0052] Information is recorded on one truck in the above-mentioned magnetic-recording medium 1, and the signal which reproduced the above-mentioned information by heat assistance is shown in drawing 2 (a). Moreover, the regenerative signal in the condition of not irradiating a light beam at drawing 2 (b) is shown. This drawing shows that it is close to that it is guessed from the temperature characteristic shown in drawing 1 that change of the signal level corresponding to the time of un-irradiating is at the time of a light beam exposure.

[0053] Thus, it became possible to fully acquire the effectiveness made into the purpose of the heat assistant playback approach also in MR head 2 by using the magnetic-recording medium 1 of this invention for the first time that the regenerative signal which has good S/N is acquired.

[0054] In this experiment, it has become clear that the temperature up only of about 25 degrees C [ ambient temperature ] of the magnetic-recording media 1 is carried out by MR head 2, and even if ambient temperature rises to 70 degrees C, the magnetic-recording medium 1 will not become 100 degrees C or more.

[0055] Therefore, the problem that the cross talk at the time of playback occurs since it is fully separated with the temperature requirement from 150 degrees C to 250 degrees C which is the temperature which the read-out field of a magnetic film [ in / it reads and / in the temperature outside a field / the magnetic-recording medium 1 ] by which the light beam of the recording layer in the above-mentioned magnetic-recording medium 1 is not irradiated attains can also be prevented.

[0056] In order to pull out the effectiveness of heat assistant playback to the maximum extent, it is desirable to set the magnetic compensation temperature of the magnetic-recording medium 1 as the temperature higher a gone up part than ambient temperature by generation of heat of MR head 2. In this case, like the above, a light beam is not irradiated, that is, it becomes possible to make residual magnetization of the magnetic film outside a read-out field into min.

[0057] The magnetic-recording medium 1 of this invention is especially effective in the bottom of the situation that the magnetic-recording medium and the head were sealed like a hard disk with a common magnetic recorder and reproducing device. That is because it is in the condition of closing that the magnetic-recording medium and the head were fixed, so the effectiveness of heat assistant playback is stabilized and is acquired.

[0058] [Gestalt 2 of operation] The gestalt 2 of operation of this invention is explained below using drawing 3 thru/ or drawing 8. First, if the playback approach of the information by the heat assistant playback approach concerning this invention is explained, the light beam would be



irradiated by the read-out field of the magnetic-recording medium 1 from the light irradiation device 7 by the controller 4, and it would be heated by exposure, will read, and will detect by MR head 2 by making each direction of magnetization of a field into information.

[0059] The bias current is impressed by the bias current control section 3 at the time of playback, and MR head 2 outputs information as a regenerative signal according to the change (magneto-resistive effect) and the bias current of resistance based on change of the direction of magnetization of a read-out field. It is orthopedically amplified and operated with the playback amplifier 5, and the outputted regenerative signal is outputted to the signal-processing section 6. Furthermore, the bias current control section 3 has come to be able to do the bias current impressed to MR head 2 adjustment and adjustable by the command from a controller 4.

[0060] The relation of the calorific value of a bias current and MR head 2 is shown in drawing 4. The calorific value of MR head 2 is changing with bias current values, and the calorific value of MR head 2 can also be understood by that it is controllable by controlling a bias current so that clearly from drawing 4.

[0061] Therefore, in the heat assistant playback approach using the magnetic-recording medium 1, it is adjusting a bias current value by the controller 4, and it is possible to cover that is, mitigate destabilization of the playback actuation by the deflection of the magnetic compensation temperature by the variation in the presentation of the magnetic film in the magnetic-recording medium 1.

[0062] Furthermore, the regenerative signal from MR head 2 is led to the controller 4 via the signal-processing section 6, and it is possible to evaluate the quality of a regenerative signal in a controller 4. Therefore, since a controller 4 can adjust the bias current of MR head 2 on real time, evaluating the quality of a regenerative signal, a setup of the bias current corresponding to change of recovery status of it is attained, and it becomes possible [ aiming at improvement in the dependability of playback actuation ].

[0063] As quality evaluation of a regenerative signal, a bias current can be determined paying attention to the amount of cross talks, for example. In this case, since it is difficult, as for carrying out the direct valuation of the amount of cross talks itself, it is desirable to evaluate by another index by which the amount of cross talks is reflected. The configuration of the signal-processing section 6 in the case of using for drawing 5 the jitter value of the digital signal which made the regenerative signal binary is shown. The jitter value acquired here is led to a controller 4, and is made into the decision information at the time of a controller 4 setting up a bias current.

[0064] The configuration of the signal-processing section 6 in the case of using the error rate which decodes the digital information after making a regenerative signal binary to drawing 6, and is obtained is shown. It is asking for the error rate by carrying out fixed time amount measurement of the number of the errors detected in process of decoding. The error rate obtained here is led to a controller 4, and is made into the decision information at the time of a controller 4 setting up a bias current.

[0065] That is, in the signal-processing section 6, it asks for a jitter value or an error rate, and a controller 4 sets up a bias current and controls the bias current control section 3 based on the setup so that the value serves as min.

[0066] With the gestalt 2 of this operation, since the effect of contiguity TORAKKUE by the heat distribution on the magnetic-recording medium 1 is also considered, the information playback with very high dependability is attained. Moreover, the detecting signal from the outside of the read-out field which is a non-heating field as quality evaluation of a regenerative signal can be used. That is, it is in the condition (that is, situation which does not irradiate a light beam on the magnetic-recording medium 1) to which the temperature up of the magnetic-recording medium 1 is not carried out, and it is possible to evaluate the regenerative-signal level from MR head 2, and to set up a bias current.

[0067] Thus, the case where a bias current is set up is explained based on drawing 7 and drawing 8 below. First, the configuration of the signal-processing section 6 in the case of using A/D conversion for drawing 7 is shown.

[0068] In the signal-processing section 6, it inputs into a controller 4, after changing the inputted

regenerative signal of an analog into digital information by A/D conversion. Based on the digital information inputted, a controller 4 sets up the optimal bias current so that the regenerative signal (detecting signal) from the outside of a read-out field may serve as min, and it is set up so that the bias current control section 3 may be controlled.

[0069] The configuration of the signal-processing section 6 in the case of using a comparator is shown in drawing 8. In the signal-processing section 6, the inputted regenerative signal is compared with a predetermined reference value, and size relation is judged. This decision result is inputted into a controller 4. A controller 4 sets up the optimal bias current so that the inputted regenerative-signal level may become smaller than a predetermined reference value, and it is set up so that the bias current control section 3 may be controlled.

[0070] A predetermined reference value here is determined by the amount of cross talks from the adjoining track permitted. As mentioned above, as an approach of evaluating the quality of a regenerative signal, although three, jitter value measurement, error rate measurement, and signal level measurement, were described, it is also possible to set up the bias current of MR head 2 by two or more of these evaluation results. In that case, the dependability of a current setup will improve more.

[0071] [Gestalt 3 of operation] Drawing 9 explains the gestalt 3 of operation of this invention. The gestalt 3 of this operation estimates by reproducing the information beforehand recorded on the appraisal universe 28 which is a field where it was beforehand decided on the magnetic-recording medium 1. That is, when setting up a bias current, first, appraisal universe 28 on the magnetic-recording medium 1 is accessed, the information pattern which is recorded there and which was fixed beforehand is reproduced, and a signal quality is evaluated.

[0072] And the bias current of MR head 2 is set up based on the evaluation result. Thus, since playback evaluation makes it simple and activation of it is quickly attained by using the fixed information pattern, the dependability of a setup of a bias current improves.

[0073] Furthermore, when evaluating the regenerative-signal level in the condition of not carrying out an optical exposure, it is necessary to search the field where information is recorded certainly but, and like the above, by forming appraisal universe 28, retrieval becomes unnecessary and it can arrive at the appraisal universe 28 where the information for a setup of a bias current is recorded only by carrying out access to the appraisal universe 26 of the address set up beforehand.

[0074] [Gestalt 4 of operation] Drawing 10 explains the gestalt 4 of operation of this invention. With the gestalt 4 of this operation, two or more appraisal universes 28 are formed on the magnetic-recording medium 1. The roll control of the magnetic-recording medium 1 is carried out in a constant angular velocity from the demand of the access engine performance.

Therefore, change of linear velocity will arise in the inner circumference and the periphery of the magnetic-recording medium 1. That is, linear velocity becomes slow toward inner circumference quickly, and the direction of a periphery goes. Furthermore, the flying height of MR head 2 will also change with change of linear velocity. As mentioned above, naturally the effect of radiation by generation of heat by MR head 2 will also change on the inner circumference and the periphery of the magnetic-recording medium 1.

[0075] Therefore, as the gestalt 4 of this operation shows to drawing 10, it applies to a periphery from the inner circumference of the magnetic-recording medium 1, and two or more appraisal universes 28 are formed, and quality of a regenerative signal is evaluated in the appraisal universe 28 near the actually reproduced field, it crosses throughout magnetic-recording medium 1 by setting up the bias current based on it, and playback of reliable information is possible.

[0076] Moreover, it is effective in the ability to shorten the access time to each appraisal universe 28 by forming two or more appraisal universes 28. As an approach of setting up two or more appraisal universes 28, you may set it as radial [ of the magnetic-recording medium 1 ] at equal intervals. It is desirable to set up appraisal universe 28 for every zone on the other hand, when zoning of the magnetic-recording medium 1 is blocked and carried out with two or more numbers of trucks.

[0077] As for the timing which performs playback evaluation above, it is desirable to carry out

waiting [ informational record or playback ]. Since affecting real actuation of record playback is lost by carrying out waiting, the record regenerative capacity of a magnetic recorder and reproducing device does not fall for a setup of a bias current.

[0078] [Gestalt 5 of operation] The gestalt 5 of operation of this invention is explained based on drawing 3 and drawing 11 . With the gestalt 5 of this operation, the thermo sensor 8 is installed near the read-out field on the magnetic-recording medium 1 (playback field) as shown in drawing 3 .

[0079] The flow chart of setting processing of a bias current using a thermo sensor 8 is shown in drawing 11 . As shown in drawing 11 , the ambient temperature of the magnetic-recording medium 1 is supervised with this thermo sensor 8, temperature information is inputted into a controller 4 (a step is abbreviated to S step 1 and the following), and it judges whether the predetermined temperature change decided beforehand arose from the temperature when setting a bias current as last time by the controller 4 (S2).

[0080] When a predetermined temperature change arises, the quality evaluation of a regenerative signal is performed, and a setup of a bias current is performed based on the result (S4). In addition, when performing the quality evaluation of a regenerative signal in appraisal universe 28, access actuation is needed before the evaluation shown by S4 (S3).

[0081] Next, it is as follows when it estimates about predetermined temperature variation. The maximum magnetization intensity  $M_r$  (max) is used, for example, the amount of cross talks which sets whenever [ temperature dependence / of magnetization intensity / in / for the maximum magnetization intensity of residual magnetization /  $M_r$  (max) and near magnetic compensation temperature ] to  $\Delta M_r$ , and is permitted from an adjoining truck is expressed as  $0.05 * M_r$  (max). It can ask for temperature variation  $\Delta T$  permitted from these from  $0.05 * M_r$  (max) /  $\Delta M_r$ .

[0082] Specifically in one example obtained in the experiment of this invention persons,  $M_r$  (max) was [  $\Delta M_r$  ] 0.8 emu(s)/cc/degree C in 120 emu(s)/cc. Therefore, temperature variation  $\Delta T$  permitted became 7.5 degrees C. Therefore, it became clear that the predetermined temperature variation which can approve in this case had to be 7.5 degrees C or less. With it being actual, safety is expected and 5 degrees C is considered to be appropriate.

[0083] Moreover, if the amount of cross talks permitted is made severer, permissible temperature variation becomes still smaller, and predetermined temperature variation will be interlocked with this and it will become small. That is, I hear that predetermined temperature variation is determined from whenever [ temperature dependence / of the magnetization intensity of the amount of cross talks and near magnetic compensation temperature which are permitted ], and there is.

[0084] [Gestalt 6 of operation] The gestalt 6 of operation of this invention is explained based on drawing 3 and drawing 12 . With the gestalt 6 of this operation, by the timer function (not shown) built in the controller 4, as shown in the flow chart of the processing shown in drawing 12 , when the time amount progress from the time of performing to last time about a setup of a bias current is supervised and predetermined time amount passes (S11), a controller 4 carries out the quality evaluation of a regenerative signal, and resets a bias current based on the result (S13). In addition, when performing the quality evaluation of a regenerative signal in appraisal universe 28, access actuation is needed before the evaluation shown by S13 (S12).

[0085] predetermined time here is deduced from the temporal response of the ambient temperature of the magnetic-recording medium 1, and generally, since an intense thing is predicted, as for the temporal response of the ambient temperature of the magnetic-recording medium 1, it is desirable [ especially an important point ] at the time of starting of a magnetic recorder and reproducing device, to evaluate a signal quality for every short time amount in a predetermined within a time one from the time of starting and starting. On the other hand, if the internal temperature of the magnetic recorder and reproducing device using the heat assistant playback approach of this invention reaches a steady state exceeding predetermined time from the time of starting, a question can be set up for a long time at the time of predetermined [ above ].

[0086] [Gestalt 7 of operation] The gestalt 7 of operation of this invention is explained based on drawing 5 and drawing 13 . With the gestalt 7 of this operation, as shown in drawing 5 , according

to an informational renewal process, the analog signal read in the signal-processing section 6 is made binary, and it is changed into a digital signal. Then, the decoding activity of this digital information is done and error detection and correction are performed as that result.

[0087] In the signal-processing section 6, the jitter value of the digital signal acquired by making it binary can be measured now. It is inputted into a controller 4 as the jitter value measured here is shown in the flow chart of drawing 13 (S21). By the controller 4, it supervises whether the inputted jitter value became larger than a predetermined value (S22).

[0088] It is able to change a bias current, that is, to reset (S24), and to make it, when a jitter value is judged to have exceeded the predetermined value for a jitter value to become smaller than a predetermined value by the controller 4. In addition, when carrying out actuation of changing a bias current in appraisal universe 28, it is accompanied by access actuation in front of S24 (S23). If it cannot be made smaller than a predetermined value, it is desirable to emit warning and to stop playback actuation.

[0089] 10% or less of the predetermined value of a jitter value here is desirable to the shortest time amount width of face of the signal detected. Generally, in 10% or less of jitter value, ten to five or less are the error rate before correction.

[0090] [Gestalt 8 of operation] The gestalt 8 of operation of this invention is explained based on drawing 6 and drawing 14. With the gestalt 8 of this operation, as shown in drawing 6, according to an informational renewal process, the decoding activity of the information read in the signal-processing section 6 is done, and error detection and correction are performed as the result. In this case, in the signal-processing section 6, it is possible to compute an error rate from the frequency of error detection. As it is computed and an error rate is shown in the flow chart of drawing 14, it supervises whether the error rate which was inputted into the controller 4 (S31) and was inputted by the controller 4 became larger than a predetermined value (S32).

[0091] It is able to change a bias current, that is, to reset and to make it, when an error rate is judged to have exceeded the predetermined value for an error (S34) rate to become smaller than a predetermined value by the controller 4. When carrying out actuation of changing a bias current in appraisal universe 28, it is accompanied by access actuation before S34 (S33).

[0092] If it cannot be made smaller than a predetermined value, it is desirable to emit warning and to stop playback actuation. As for the predetermined value of an error rate here, ten to five or less are desirable. Generally, it sets to ten to five or less error rate, and after correction is 10-12. It becomes the following error rates and the engine performance as a magnetic recorder and reproducing device using the heat assistant playback approach of this invention can be maintained.

[0093]

[Effect of the Invention] The magnetic-recording medium of this invention is the configuration that the magnetic compensation temperature of a record section is set up more highly than a room temperature, as mentioned above. So, with the above-mentioned configuration, the head using the magneto-resistive effect which serves as a heat source substantially is used, and also when reproducing the information recorded on the record section, the residual magnetization outside the heated read-out field in a record section can be controlled to min.

[0094] Therefore, with the above-mentioned configuration, since the cross talk from the record section outside a read-out field can be controlled, the effectiveness that S/N of the regenerative signal from the record section of the above-mentioned read-out field becomes good is done so.

[0095] It is the configuration of having set up magnetic compensation temperature as mentioned above by other magnetic-recording media of this invention more highly than ambient temperature by the temperature up of the record section by generation of heat with the head using a magneto-resistive effect.

[0096] So, since it can read with the above-mentioned configuration even if heated by the head, and residual magnetization outside a field can be made into min, the effectiveness that S/N of a regenerative signal therefore becomes good is done by becoming reproducible [ by which the cross talk made into the purpose of heat assistant playback was controlled ].

[0097] The heat assistant playback approach of this invention is an approach of changing the

bias current which impresses the information recorded from the above-mentioned magnetic-recording medium to a head when reproducing using the head using a magneto-resistive effect as mentioned above according to the temperature of the above-mentioned record section.

[0098] So, by the above-mentioned approach, generation of heat of a head can be controlled by adjusting a bias current, and residual magnetization in the medium field of the perimeter to the read-out field of a head can be made into min. Therefore, by the above-mentioned approach, the deflection of the magnetic compensation temperature by the variation in the presentation of a record section etc. can be covered, and the effectiveness that S/N of a regenerative signal becomes good is done so.

[0099] Other heat assistant playback approaches of this invention — further — the jitter value of the regenerative signal from a record section, an error rate, and signal level — inner — one — or it is the approach of measuring those plurality and setting up a bias current based on the result.

[0100] So, in order to become possible to be able to control the bad influence by the variation in circuits, such as a control system, and to make S/N of a regenerative signal good, since control of a setup of a bias current serves as a closed loop and a bias current can be set up with a sufficient precision and for the above-mentioned approach to estimate in still more-nearly actual playback actuation, the effectiveness that S/N of a regenerative signal can be made good according to recovery status is done.

[0101] Other heat assistant playback approaches of this invention are approaches of setting up a bias current, by reproducing the information further recorded on the appraisal universe where it was beforehand set up on the record section.

[0102] So, by the above-mentioned approach, since it can carry out quickly [ playback evaluation ] and easily, the effectiveness whose quick setup of the bias current of a head is attained is done.

[0103] Other heat assistant playback approaches of this invention are approaches of having established appraisal universe in two or more [ on a medium ], further.

[0104] So, by the above-mentioned approach, when rotating for example, the disk-like medium as a magnetic-recording medium with constant angular velocity, even if the effect which the flying height of a head changes and generation of heat of a head has on a disk-like medium by change of the linear velocity in the inner circumference and the periphery of a disk-like medium changes, the bias current of a head can be set up finely. Therefore, the effectiveness that the dependability of information playback can be improved is done so by the above-mentioned approach.

[0105] Other heat assistant playback approaches of this invention are approaches of setting up a bias current waiting [ record or playback ] further. So, by the above-mentioned approach, the effectiveness that activation of a setup of a bias current is attained without affecting actual record or playback actuation is done.

[0106] Other heat assistant playback approaches of this invention are approaches of performing the quality evaluation of a regenerative signal and setting up the bias current of a head based on the result, when the temperature near [ on a record section ] the read-out field is detected and a predetermined temperature change arises further.

[0107] So, by the above-mentioned approach, a setup of the bias current also in consideration of the effect to the record section by change of an ambient temperature is attained, and the effectiveness that the dependability of information playback can be improved is done.

[0108] Other heat assistant playback approaches of this invention are approaches of performing the quality evaluation of a regenerative signal for every fixed time amount, and setting up a bias current further based on the result. So, by the above-mentioned approach, a special sensor is not needed but the effectiveness whose setup of the fine bias current corresponding to change of a playback condition is attained is done.

[0109] Other heat assistant playback approaches of this invention are approaches of resetting a bias current, when this jitter value exceeds a predetermined value further based on the jitter value of the regenerative signal acquired by the informational renewal process. So, by the above-mentioned approach, the effectiveness whose setup of a bias current with the high dependability

adapted to recovery status is attained is done.

[0110] Other heat assistant playback approaches of this invention are approaches of resetting a bias current, when this error rate exceeds a predetermined value further based on the error rate of the regenerative signal acquired by the informational renewal process. So, by the above-mentioned approach, the effectiveness whose setup of a bias current with the high dependability adapted to recovery status is attained is done.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the graph which shows the temperature characteristic of the residual magnetization reinforcement of the magnetic-recording medium in the gestalt 1 of operation of this invention.

[Drawing 2] It is the graph which shows the result of having used the above-mentioned magnetic-recording medium and having reproduced information by heat assistant playback by the light beam, and (a) is (b) at the time without an optical exposure at the time of an optical exposure.

[Drawing 3] It is the block diagram showing the configuration of the equipment for using the above-mentioned magnetic-recording medium and reproducing information by the heat assistant playback approach of this invention.

[Drawing 4] It is the graph which shows the bias current of the MR head used in the above-mentioned heat assistant playback approach, and the relation of generation of heat.

[Drawing 5] In the above-mentioned heat assistant playback approach, it is a block diagram explaining the configuration of the signal-processing section in the approach of evaluating the jitter value of a regenerative signal and setting up the bias current of a head.

[Drawing 6] In the above-mentioned heat assistant playback approach, it is a block diagram explaining the configuration of the signal-processing section in the approach of evaluating the error rate of a regenerative signal and setting up the bias current of a head.

[Drawing 7] In the above-mentioned heat assistant playback approach, it is a block diagram explaining the configuration of the signal-processing section in the approach of carrying out A/D conversion of the regenerative-signal level when not carrying out an optical exposure, evaluating it, and setting up the bias current of a head.

[Drawing 8] In the above-mentioned heat assistant playback approach, it is a block diagram explaining the configuration of the signal-processing section in the approach of a reference value and a comparator estimating the regenerative-signal level when not carrying out an optical exposure, and setting up the bias current of a head.

[Drawing 9] In the above-mentioned heat assistant playback approach, it is the explanatory view of the appraisal universe in the approach of preparing the appraisal universe for evaluating a regenerative signal on a record medium, and setting up the bias current of a head.

[Drawing 10] In the above-mentioned heat assistant playback approach, it is the explanatory

view of two or more appraisal universes which can be set to the approach of preparing two or more appraisal universes for evaluating a regenerative signal on a record medium, and setting up the bias current of a head.

[Drawing 11] In the above-mentioned heat assistant playback approach, when a predetermined temperature change arises according to the thermo-sensor information installed around the medium, it is the flow chart of the processing in the approach of performing playback evaluation and setting up the bias current of a head based on the result.

[Drawing 12] In the above-mentioned heat assistant playback approach, it is the flow chart of the processing in the approach of performing playback evaluation and setting up the bias current of a head based on the result for every fixed time amount progress.

[Drawing 13] In the above-mentioned heat assistant playback approach, when the jitter value of a regenerative signal is supervised and a predetermined jitter value is exceeded, it is the flow chart of the processing in the approach of setting up the bias current of a head.

[Drawing 14] In the above-mentioned heat assistant playback approach, when the error rate of a regenerative signal is supervised and a predetermined error rate is exceeded, it is the flow chart of the processing in the approach of setting up the bias current of a head.

[Drawing 15] It is the graph which shows the result of having used the magnetic-recording medium by which the conventional proposal was made, and having reproduced information by heat assistance, and (a) is (b) at the time without an optical exposure at the time of an optical exposure.

[Drawing 16] It is the graph which shows the temperature characteristic of the residual magnetization reinforcement of the magnetic-recording medium by which the conventional proposal was made.

[Description of Notations]

- 1 Magnetic-Recording Medium
- 2 MR Head (Playback Magnetic Head)
- 3 Bias Current Control Section
- 4 Controller
- 6 Signal-Processing Section
- 7 Light Irradiation Device
- 8 Thermo Sensor
- 28 Appraisal Universe

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

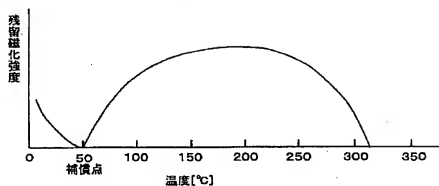
2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

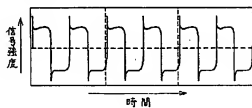
DRAWINGS

[Drawing 1]

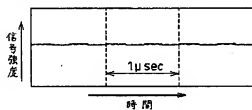


[Drawing 2]

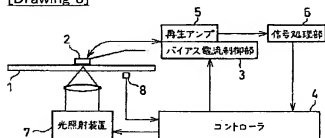
(a) 无照射時



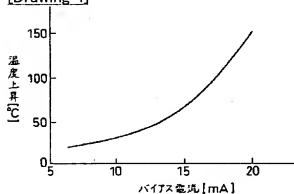
(b) 光照射時



[Drawing 3]

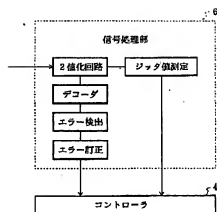


[Drawing 4]

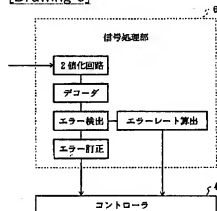


[Drawing 5]

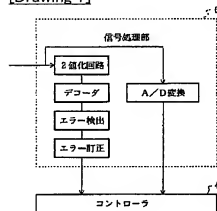




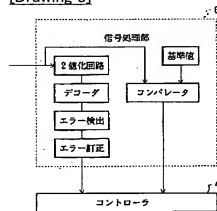
[Drawing 6]



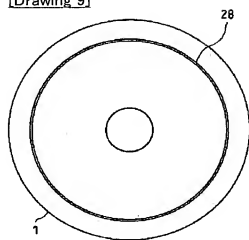
[Drawing 7]



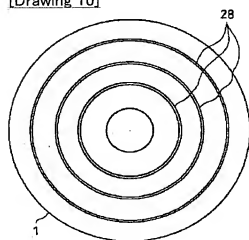
[Drawing 8]



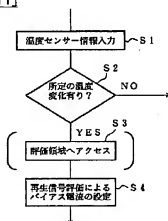
[Drawing 9]



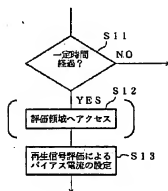
[Drawing 10]



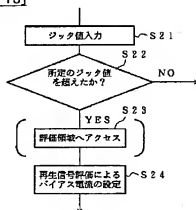
[Drawing 11]



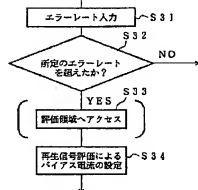
[Drawing 12]



[Drawing 13]

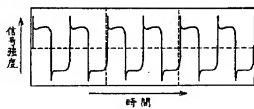


[Drawing 14]

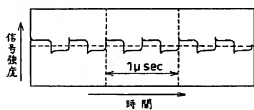


[Drawing 15]

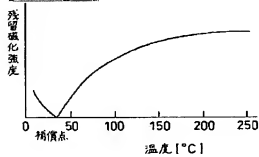
(a) 光照射時



(b) 光照射終了



[Drawing 16]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-207722

(P2000-207722A)

(43) 公開日 平成12年7月28日 (2000.7.28)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	サーチコード (参考)
G 1 1 B	5/66	G 1 1 B	5 D 0 0 6
	5/02		S 5 D 0 9 1

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願平11-2270	(71) 出願人	000005049 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(22) 出願日	平成11年1月7日 (1999.1.7)	(72) 発明者	小嶋 邦男 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ャープ株式会社内
		(72) 発明者	萩本 泰史 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ャープ株式会社内
		(74) 代理人	100080034 弁理士 原 謙三

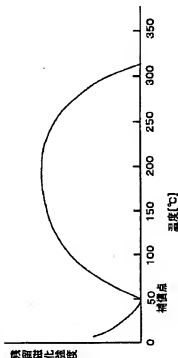
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体および熱アシスト再生方法

(57) 【要約】

【課題】 所望の領域を加熱して磁氣的に情報を記録し、情報の再生に際しても読み出し領域を加熱して磁氣的に情報を再生する熱アシスト記録再生方法において、磁気抵抗効果を利用したヘッドを使用しても S/N よく信号の再生が可能となる磁気記録媒体とそれを用いた熱アシスト再生方法を提供する。

【解決手段】 磁気抵抗効果を利用したヘッドの発熱による影響を最小限に抑制するため、磁気記録媒体の磁氣的補償温度を室温より高く設定する。さらに、再生に際しては、ヘッドにおける磁気抵抗効果を利用した再生のためのバイアス電流を最適化して再生信号の S/N を向上させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】記録領域を加熱して磁的に情報を記録し、かつ、記録領域を加熱し、磁気抵抗効果を有するヘッドによって磁的に情報を再生する熱アシスト記録再生のための磁気記録媒体において、

記録領域の磁氣的補償温度およびキュリー点の間での、飽和磁化の最大値となる温度が、150℃から250℃までの温度範囲内に設定されていると共に、記録領域の磁氣的補償温度が室温より高く設定されていることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】記録領域を加熱して磁的に情報を記録し、かつ、記録領域を加熱し、磁気抵抗効果を有するヘッドによって磁的に情報を再生する熱アシスト記録再生のための磁気記録媒体において、

記録領域の磁氣的補償温度およびキュリー点の間での、飽和磁化の最大値となる温度が、150℃から250℃までの温度範囲内に設定されていると共に、磁気抵抗効果による情報の再生に基づくヘッドの発熱によって、記録領域が昇温する温度に応じて、記録領域の磁氣的補償温度が設定されていることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項3】請求項1または2記載の磁気記録媒体の記録領域に記録された情報を再生する際に、磁気抵抗効果による再生のためのヘッドのバイアス電流を、上記記録領域の温度に応じて変化させることを特徴とする熱アシスト再生方法。

【請求項4】請求項1または2記載の磁気記録媒体から得られる、再生信号のジッタ値、エラーレート、信号レベルの内1つまたはそれらの複数を測定して、その結果に基づきバイアス電流を設定することを特徴とする請求項3記載の熱アシスト再生方法。

【請求項5】記録領域における予め設定された評価領域に記録された情報を再生することによって、バイアス電流を設定することを特徴とする請求項4記載の熱アシスト再生方法。

【請求項6】評価領域を複数箇所に設けたことを特徴とする請求項5記載の熱アシスト再生方法。

【請求項7】記録または再生の待機中にバイアス電流を設定することを特徴とする請求項4ないし6の何れか一項に記載の熱アシスト再生方法。

【請求項8】請求項1または2記載の記録領域の読み出し領域近傍の温度を検出し、所定の温度変化が生じた場合に、再生信号のジッタ値、エラーレート、信号レベルの内1つ、またはそれらの複数を測定して、その結果に基づきバイアス電流を設定することを特徴とする請求項4ないし7の何れか一項に記載の熱アシスト再生方法。

【請求項9】一定時間毎に再生信号のジッタ値、エラーレート、信号レベルの内1つまたはそれらの複数を測定して、その結果に基づきバイアス電流を設定することを特徴とする請求項4ないし7の何れか一項に記載の熱

アシスト再生方法。

【請求項10】再生信号のジッタ値が所定の値より大きくなった場合に、バイアス電流を再設定することを特徴とする請求項4ないし7の何れか一項に記載の熱アシスト再生方法。

【請求項11】再生信号のエラーレートが所定の値より大きくなった場合に、バイアス電流を再設定することを特徴とする請求項4ないし7の何れか一項に記載の熱アシスト再生方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、熱源による昇温によって記録領域に対し磁的に情報を記録再生する磁気記録媒体とそれを用いた熱アシスト再生方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、光技術と磁気記録再生技術との融合による高密度記録を実現する技術が開発されている。例えば、特開平4-176034号公報には、補償温度が室温であるフェリ磁性体の磁気記録媒体、およびそれを使用したレーザ光による熱アシスト磁気記録再生方式が開示されている。

【0003】このような熱アシスト磁気記録再生方式では、記録時にはレーザ光により昇温させて磁気記録媒体における記録領域の保磁力を低下させた状態で記録用磁気ヘッドにより外部磁界を印加して情報を上記記録領域に記録する一方、再生時にもレーザ光により昇温させて上記記録領域の残留磁化の強度を増大させ、その残留磁化からの磁束を再生用磁気ヘッドで検出して情報を再生している。

【0004】この熱アシスト磁気記録再生方式では、レーザ光により昇温されていない略室温領域では、残留磁化がゼロに近いので、再生用磁気ヘッドにおけるトラックに対して垂直となる幅つまりギャップ幅が、情報が記録されているトラックピッチより大きくても、隣接トラックからのクロストークを充分に小さく抑えることが可能となり、高密度記録された情報の再生が実現できる。

【0005】また、磁気記録分野では、記録の高密度化に伴い、再生ヘッドは磁界感度が高い磁気抵抗効果を利用したMR (Magnet-Resistive) ヘッドが主流となり、最近では、さらに高い磁界感度が得られるGMR (Giant Magnet-Resistive) ヘッドが商品化されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】熱アシストによる磁気記録再生方式においても、高密度化を推し進めて行くためには、再生ヘッドとしてMRヘッドまたはGMRヘッドを利用することが望ましい。

【0007】そこで、本発明者らは、上記の補償温度が室温であるフェリ磁性体を記録層として有する磁気記録媒体とMRヘッドとを用いた熱アシストによる磁気記

録再生について種々実験を行ない、それらから抽出された課題とその対応策について検討を行った。

【0008】その概略を以下に述べる。使用したMRヘッドにおける、トラック方向に対して垂直に約5 $\mu$ mの幅を有し、また、光スポットサイズを約1.2 $\mu$ m、光パワーを記録時、再生時ともに約6mWに設定した。ディスク状の磁気記録媒体のディスク回転数を3600rpmに、記録周波数を2MHzに設定した。

【0009】磁気記録媒体の1本の記録トラックに情報を記録し、この記録トラックから熱アシストにより再生した信号を図15(a)に示す。また、図15(b)には光ビームを照射しない状態での再生信号も併せて示す。図15(a)および(b)から判るように、光ビームを照射したときの方が大きい再生信号量が得られている。しかしながら、光ビームを照射しないときの再生信号量が、後述するように予想した程低くせず、信号レベルは4分の1程度の減少に留まっている。

【0010】図16には、実験に使用した磁気記録媒体のVSM(試料振動式磁力計)により観測した残留磁化の温度特性を示す。この温度特性は、高温側にて磁気記録媒体を磁化させてから温度を下げて各温度における残留磁化の強度を測定して得られたものである。また、光パワー6mWでは、磁気記録媒体は約200℃付近まで加熱される。図16の温度特性によれば、室温付近では200℃と比較して、残留磁化量は10分の1以下に減衰することになる。

【0011】この温度特性により、図15に示した結果においては、MRヘッドの感度は残留磁化におよそ比例するため、この減衰量に近い再生信号の低下が観測されるものと予測される。

【0012】ところが、前述のように図15に示した実験結果からは4分の1程度の減衰しか観測されなかった。この実験結果から判断されることは、光ビームを照射しない状態においても、磁気記録媒体が室温付近を超えて昇温されているということである。

【0013】図15の実験結果と図16の温度特性から試算すれば、光ビームを照射しない状態でも、磁気記録媒体は50℃付近まで加熱されていることになる。本実験は周囲温度25℃で実施したことから、磁気記録媒体の温度の上昇分は25℃となる。

【0014】この結果は、光ビーム以外の他に熱源が存在することを示唆している。光ビーム以外の他の熱源として唯一考えられるものはMRヘッドしかないので、本発明者らはMRヘッドにより磁気記録媒体が加熱されているという結論に至った。

【0015】MRヘッドやGMRヘッド等の磁気抵抗効果を利用したヘッドでは、再生時、磁界強度を抵抗変化で検出するため、バイアス電流の印加が常時必要となる。このバイアス電流によりヘッドにジュール熱が生じて、これが熱源になっているものと考えられる。

【0016】本発明者らは、証拠として、再生時にバイアス電流を必要としない薄膜ヘッドによる再生では、MRヘッドに比べ再生信号レベルは小さいが減衰量は大きいことを実験にて確認している。

【0017】したがって、MRヘッドを使用するとヘッドのサイズに対応した磁気記録媒体の記録領域を周囲温度より昇温させることになるため、光ビームを照射しなくても磁気記録媒体から磁束が漏れ出してくることになる。これは、光ビームを照射して情報を再生する場合に光ビームを照射していない領域からの漏れ磁束をMRヘッドが検出することを意味しており、この漏れ磁束が再生信号上にクロストークとして現れてくることになる。

【0018】以上から、従来提案されている補償温度が室温である熱アシスト記録再生用の磁気記録再生媒体とMRヘッドの組み合わせでは、熱アシストによる効果が再生時には発揮できないという課題があることが判明した。これは、バイアス電流を必要とするGMRヘッド等の磁気抵抗効果を利用したヘッドを使用する場合にも同じ状況となる。

【0019】本発明は、上記実験結果から抽出された問題点に鑑みなされたものであって、磁気抵抗効果を利用したヘッド、および、熱アシストによる磁気記録再生手法を用いても、高密度記録された情報をクロストークを抑えてS/Nが良好な状態で再生するのに好適な磁気記録媒体とそれを用いた熱アシスト再生方法を提供することを目的としている。

#### 【0020】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上述した問題点を解決するために鋭意検討した結果、本発明に至ったものである。すなわち、本発明の磁気記録媒体は、上記課題を解決するために、記録領域を加熱して磁氣的に情報を記録し、かつ、記録領域を加熱し、磁気抵抗効果を有するヘッドによって磁氣的に情報を再生する熱アシスト記録再生のための磁気記録媒体において、記録領域の磁氣的補償温度およびキュリー点の間での、飽和磁化の最大値となる温度が、150℃から250℃までの温度範囲内に設定されていると共に、記録領域の磁氣的補償温度が室温より高く設定されていることを特徴としている。

【0021】上記構成によれば、磁気記録媒体において、記録領域の磁氣的補償温度およびキュリー点の間での、飽和磁化の最大値となる温度が、150℃から250℃までの温度範囲内に設定されているので、加熱された記録領域では、残留磁化を増大させて、上記記録領域からの情報を良好に再生できる。

【0022】また、上記構成では、磁氣的補償温度が室温より高く設定されているため、実質的に熱源となる磁気抵抗効果を利用したヘッドを使用して、記録された情報を再生する場合にも、読み出し領域外の記録領域の残留磁化を最小に抑制することが可能となる。よって、上

記構成では、再生信号の $S/N$ が良好になる効果が得られる。

【0023】本発明による他の磁気記録媒体は、記録領域を加熱して磁氣的に情報を記録し、かつ、記録領域を加熱し、磁気抵抗効果を有するヘッドによって磁氣的に情報を再生する熱アシスト記録再生のための磁気記録媒体において、記録領域の磁氣的補償温度およびキュリー点の間での、飽和磁化の最大値となる温度が、 $150^{\circ}\text{C}$ から $250^{\circ}\text{C}$ までの温度範囲内に設定されていると共に、磁気抵抗効果による情報の再生に基づくヘッドの発熱によって、記録領域が昇温する温度に応じて、記録領域の磁氣的補償温度が設定されていることを特徴としている。

【0024】上記構成によれば、磁気抵抗効果を利用したヘッドでの発熱により、記録媒体が加熱され昇温しても、磁氣的補償温度が少なくとも昇温分だけ高く設定されているため、読み出し領域外の記録領域の残留磁化を最小に設定でき、熱アシスト再生の目的とする、良好な $S/N$ の再生信号が得られる。

【0025】本発明の熱アシスト再生方法は、請求項1または2記載の磁気記録媒体の記録領域に記録された情報を再生する際に、磁気抵抗効果による再生のためのヘッドのバイアス電流を、上記記録領域の温度に応じて変化させることを特徴としている。

【0026】上記方法によれば、請求項1または2の磁気記録媒体から記録された情報を磁気抵抗効果を利用したヘッドを使用して再生する場合、ヘッドに印加するバイアス電流を、上記記録領域の温度に応じて調整することでヘッドの発熱を制御し、ヘッド周辺の、再生される記録領域外の記録領域における温度を記録領域の磁氣的補償温度に近づけることができる。

【0027】したがって、上記方法では、記録領域の組成のバラツキ等による磁氣的補償温度の偏差が生じたり、ヘッドの線速度の変化による加熱量の変化が生じたりしても、再生される記録領域外の記録領域の残留磁化を最小にすることが可能となるので、再生信号の $S/N$ を良好に維持することが可能となる。

【0028】上記熱アシスト再生方法では、上記磁気記録媒体から得られる、再生信号のジッタ値、エラーレート、信号レベルの内1つまたはそれらの複数を測定して、その結果に基づきバイアス電流を設定してもよい。

【0029】上記方法によれば、バイアス電流の制御がヘッドの発熱制御、記録領域の昇温制御、記録領域上の磁化強度の制御、ヘッドによる磁化検出、検出信号増幅、信号処理、信号評価を逐由して実行されることとなるので、バイアス電流の制御において閉ループを形成できる。

【0030】これにより、上記方法では、精度良くバイアス電流を設定できるため、制御系等の回路のバラツキを圧縮でき、再生信号の $S/N$ を良好にすることが可能

となる。また、実際の再生動作にて信号品質を評価し、その結果に基づきヘッドのバイアス電流を設定するため、再生状況に応じて再生信号の $S/N$ を良好にすることが可能となる。

【0031】上記熱アシスト再生方法では、記録領域における予め設定された評価領域に記録された情報を再生することによって、バイアス電流を設定してもよい。

【0032】上記方法によれば、記録領域上の予め設定された評価領域に予め記録された情報を再生しその信号品質を評価するので、評価が迅速かつ容易に実施できる。これにより、ヘッドのバイアス電流の迅速な設定が可能となる。

【0033】このとき、評価領域に記録されている情報が予め設定された情報であることは非常に有効である。それは、信号品質の評価が容易に実行でき、評価精度を高めることが可能となるからである。例えば、予め設定された情報として、単純なパターン情報、単一周波数、ランダムパターンが挙げられる。さらに、ユーザデータ領域と評価領域を分離することで、バイアス電流設定時の予期せぬ事態によりユーザデータを破損する危険性がなくなるという利点も有する。

【0034】上記熱アシスト再生方法では、評価領域を複数箇所に設けてもよい。上記方法によれば、さらに、評価領域を記録領域上の複数箇所に設けるため、例えばディスク状媒体を等角速度で回転させた場合、ディスク状媒体の内周と外周とでは線速度の変化が生じる。この線速度の変化により、ヘッドの浮上量が変化しヘッドの発熱が記録領域に与える影響も変化する。

【0035】よって、上記方法では、ディスク状媒体の記録領域上の内周から外周にかけて複数の評価領域を設けることで、きめ細かくヘッドのバイアス電流を設定できるため、情報再生の信頼性を向上できる。

【0036】上記熱アシスト再生方法では、記録または再生の待機時にバイアス電流を変化させてもよい。上記方法によれば、記録または再生の待機中にバイアス電流を設定するために、実際の記録または再生動作に影響を与えずに実行可能となる。

【0037】上記熱アシスト再生方法では、請求項1または2記載の記録領域の読み出し領域近傍の温度を検出し、所定の温度変化が生じた場合に、再生信号のジッタ値、エラーレート、信号レベルの内1つまたはそれらの複数を測定して、その結果に基づきバイアス電流を設定してもよい。

【0038】上記方法によれば、記録領域上の読み出し領域近傍の温度を検出し、所定量の温度変化が生じた場合に、再生信号の品質を評価しその結果に基づいてヘッドのバイアス電流を決定するので、周囲温度の変化による記録媒体の影響も考慮したバイアス電流の設定が可能となる。よって、上記方法では、情報再生の信頼性を向上できる。



【0039】上記熱アシスト再生方法では、一定時間毎に再生信号のジッタ値、エラーレート、信号レベルの内1つかまたはそれらの複数を測定して、その結果に基づきバイアス電流を設定してもよい。

【0040】上記方法によれば、一定時間毎に再生信号の品質を評価しその結果に基づいてバイアス電流を設定するので、特別なセンサーを必要とせず再生状態の変化に対応した、きめ細かい、より的確なバイアス電流の設定が可能となる。

【0041】上記熱アシスト再生方法では、再生信号のジッタ値が所定の値より大きくなった場合に、バイアス電流を再設定することが好ましい。

【0042】上記方法によれば、情報の再生過程で得られる再生信号のジッタ値に基づき、このジッタ値が所定の値を超えた場合に、バイアス電流を再設定するので、再生状況に即した信頼性の高いバイアス電流の設定が可能となる。

【0043】上記熱アシスト再生方法では、再生信号のエラーレートが所定の値より大きくなった場合に、バイアス電流を再設定することが好ましい。

【0044】上記方法によれば、情報の再生過程で得られる再生信号のエラーレートに基づき、このエラーレートが所定の値を超えた場合に、バイアス電流を再設定するので、再生状況に即した信頼性の高いバイアス電流の設定が可能となる。

【0045】

【発明の実施の形態】  
【実施の形態1】本発明の磁気記録媒体に係る実施の形態1について、図1ないし図3に基づいて説明すれば、以下の通りである。図3に示すように、上記磁気記録媒体1は、後述する、熱アシスト再生に用いられるものであり、ガラス等の透明支持基板上に、フェリ磁性体からなる記録層（例えば、記録層の厚みは100nm）としての磁性膜を有するものである。

【0046】このような磁気記録媒体1では、磁気記録媒体1における磁性膜の磁氣的補償温度は室温より高く、40℃～100℃で、より好ましくは43℃～80℃、さらに好ましくは46℃～60℃に設定されている。

【0047】また、上記磁気記録媒体1における記録領域となる磁性膜の磁氣的補償温度およびキュリー点の間での、飽和磁化の最大値となる温度は、150℃から250℃までの、より好ましくは160℃から240℃までの、さらに好ましくは170℃から230℃までの温度範囲内に設定されている。

【0048】また、上記磁気記録媒体は、キュリー点が、200℃～400℃、より好ましくは240℃～360℃、さらに好ましくは280℃～320℃の範囲内となるように設定されている。

【0049】このような磁性膜の素材としては、例えばTb、Fe、Coの3つの金属からなる合金が挙げられ

る。このような合金からなる磁性膜では、Tbの含有量により磁氣的補償温度が変化することが、一般的に知られている。

【0050】本実施の形態1にて作製した磁性膜は、その組成が例えばTb<sub>26</sub>Fe<sub>44</sub>Co<sub>30</sub>（数字はそれぞれ原子at%を示す）であり、図1に示すように、磁氣的補償温度（図では補償点）が約50℃付近に、飽和磁化の最大値となる温度が200℃に、キュリー点が300℃以上とそれぞれなっている。図1は、保磁力が低下する高温側で磁性膜を磁化させた後に、温度を順次低下させて各温度での磁性膜の残留磁化を測定して得られた、磁性膜の温度特性を示すグラフである。

【0051】この磁気記録媒体1を用いて信号の記録再生実験を行った。使用したMRヘッド2はトラックに対して垂直な方向に約5μm幅を有し、光スポットサイズは約1.2μmで、光パワーは記録時再生時ともに約6mWで実施した。ディスク回転数は3600rpmで記録周波数は2MHzである。

【0052】上記磁気記録媒体1における1本のトラックに情報を記録して、熱アシストにより上記情報を再生した信号を図2（a）に示す。また、図2（b）に光ビームを照射しない状態での再生信号を示している。この図から、光ビーム照射時、非照射時に対応する信号レベルの変化が図1に示した温度特性から推測されるものに近いことが判る。

【0053】このように、本発明の磁気記録媒体1を使用することで、初めてMRヘッド2においても熱アシスト再生方法の目的とする、良好なS/Nを有する再生信号が得られるという効果を十分に得ることが可能となった。

【0054】今回の実験では、MRヘッド2により磁気記録媒体1は周囲温度より約25℃だけ昇温されていることが判明しており、周囲温度が70℃まで上昇しても磁気記録媒体1は100℃以上にはならないことになる。

【0055】よって、上記磁気記録媒体1における記録層の光ビームが照射されない読み出し領域外の温度は、磁気記録媒体1における磁性膜の読み出し領域が達する温度である、150℃から250℃までの温度範囲と十分に離れているので、再生時のクロストークが発生するという問題も防止できる。

【0056】熱アシスト再生の効果を最大限に引出すには、磁気記録媒体1の磁氣的補償温度をMRヘッド2の発熱による上昇分だけ周囲温度より高い温度に設定しておくことが望ましい。この場合、上記の如く光ビームを照射しない、つまり読み出し領域外の磁性膜の残留磁化を最小にすることが可能となる。

【0057】本発明の磁気記録媒体1は、磁気記録再生装置が一般的なハードディスクのように磁気記録媒体とヘッドが密閉された状況下において特に有効である。そ

れは、磁気記録媒体とヘッドが固定されたクローズの状態であるため熱アシスト再生の効果が安定して得られるからである。

【0058】【実施の形態2】図3ないし図8を用いて、本発明の実施の形態2を以下に説明する。まず、本発明に係る熱アシスト再生方法による情報の再生方法を説明すると、コントローラ4により光照射装置7から光ビームが磁気記録媒体1の読み出し領域に照射され、照射により加熱された読み出し領域の磁化の各方向を情報としてMRヘッド2にて検出する。

【0059】MRヘッド2は、バイアス電流制御部3によりバイアス電流が再生時に印加されており、読み出し領域の磁化の方向の変化に基づく抵抗の変化（磁気抵抗効果）およびバイアス電流により、情報を再生信号として出力する。出力された再生信号は、再生アンプ5にて増幅、整形されて信号処理部6に出力される。さらに、バイアス電流制御部3はコントローラ4からの指令により、MRヘッド2に印加するバイアス電流を調整・可変できるようにになっている。

【0060】図4にバイアス電流とMRヘッド2の発熱量の関係を示す。図4から明らかに、バイアス電流値によりMRヘッド2の発熱量が変化しており、バイアス電流を制御することでMRヘッド2の発熱量も制御可能であることが判る。

【0061】したがって、磁気記録媒体1を用いた熱アシスト再生方法においては、コントローラ4によりバイアス電流値を調整することで、磁気記録媒体1における磁性膜の組成のパラッキによる磁気的補償温度の偏差による再生動作の不安定化をカバーつまり軽減することが可能となっている。

【0062】さらに、MRヘッド2からの再生信号は信号処理部6を経由して、コントローラ4へ導かれており、コントローラ4において再生信号の品質を評価することが可能である。従って、コントローラ4は再生信号の品質を評価しながらMRヘッド2のバイアス電流をリアルタイムで調整できるため、再生状況の変化に対応したバイアス電流の設定が可能となり、再生動作の信頼性の向上を図ることが可能となる。

【0063】再生信号の品質評価としては、例えば、クロストーク量に注目してバイアス電流を決定することができる。この場合、クロストーク量そのものを直接評価することは難しいため、クロストーク量が反映される別の指標により評価することが望ましい。図5に、再生信号を2値化したデジタル信号のジッタ値を利用する場合の信号処理部6の構成を示している。ここで得られたジッタ値はコントローラ4に導かれて、コントローラ4がバイアス電流を設定する際の判断情報としている。

【0064】図6に、再生信号を2値化した後のデジタル情報をデコードして得られるエラーレートを利用する場合の信号処理部6の構成を示している。デコードの過

程で検出されるエラーの数を一定時間計測することでエラーレートを求めている。ここで得られたエラーレートはコントローラ4に導かれて、コントローラ4がバイアス電流を設定する際の判断情報としている。

【0065】つまり、信号処理部6において、ジッタ値またはエラーレートを求め、その値が最小となるようにコントローラ4はバイアス電流を設定し、その設定に基づいてバイアス電流制御部3を制御するようにになっている。

【0066】本実施の形態2では、磁気記録媒体1上の熱分布による隣接トラックへの影響も加味されるため、非常に高い信頼性を有した情報再生が可能となる。また、再生信号の品質評価として非加熱領域である読み出し領域外からの検出信号を利用できる。すなわち、磁気記録媒体1を昇温させない状態（つまり光ビームを磁気記録媒体1上に照射しない状況）で、MRヘッド2からの再生信号レベルを評価してバイアス電流を設定することが可能である。

【0067】このようにバイアス電流を設定する場合について以下に図7および図8に基づいて説明する。まず、図7に、A/D変換を使用する場合の信号処理部6の構成を示す。

【0068】信号処理部6において、入力されたアナログの再生信号をA/D変換によりデジタル情報に変換した後、コントローラ4に入力する。コントローラ4は入力されるデジタル情報に基づき、読み出し領域外からの再生信号（検出信号）が最小となるように最適なバイアス電流を設定し、バイアス電流制御部3を制御するように設定されている。

【0069】図8には、コンパレータを使用する場合の信号処理部6の構成を示す。信号処理部6において、入力された再生信号は所定の基準値と比較され大小関係が判断される。この判断結果は、コントローラ4に入力される。コントローラ4は、入力された再生信号レベルが所定の基準値より小さくなるように最適なバイアス電流を設定し、バイアス電流制御部3を制御するように設定されている。

【0070】ここで所定の基準値は、許容される隣接トラックからのクロストーク量により決定される。以上、再生信号の品質を評価する方法として、ジッタ値測定、エラーレート測定、信号レベル測定の3つを述べたが、これらの複数の評価結果によりMRヘッド2のバイアス電流を設定することも可能である。その場合では、電流設定の信頼性がより向上することになる。

【0071】【実施の形態3】図9により本発明の実施の形態3を説明する。本実施の形態3では、磁気記録媒体1上の予め決められた領域である評価領域28に予め記録された情報を再生して評価を行う。つまり、バイアス電流の設定を実施する場合に、まず、磁気記録媒体1上の評価領域28にアクセスを行い、そこに記録されて

いる予め固定された情報パターンを再生して信号品質を評価する。

【0072】そして、その評価結果に基づきMRヘッド2のバイアス電流を設定する。このように固定された情報パターンを使用することで、再生評価が簡便にして迅速に実行可能となるため、バイアス電流の設定の信頼性が向上する。

【0073】さらに、光照射をしない状態での再生信号レベルを評価する場合、確実に情報が記録されている領域を検索する必要があるが、上記の如く評価領域28を設けることで検索が不要となり、予め設定されたアドレスの評価領域28に対するアクセスを実施するだけで、バイアス電流の設定のための情報が記録されている評価領域28に到達できる。

【0074】【実施の形態4】図10により本発明の実施の形態4を説明する。本実施の形態4では、評価領域28が磁気記録媒体1上に複数設けられている。磁気記録媒体1は、アクセス性能の要求から角速度一定にて回転制御される。そのため、磁気記録媒体1の内周と外周とにおいて線速度の変化が生じることになる。つまり、外周の方が線速度が速く内周に向かって遅くなって行く。さらに、線速度の変化によりMRヘッド2の浮上量も変化するようになる。以上から、磁気記録媒体1の内周と外周とではMRヘッド2での発熱による輻射の影響も当然変化するようになる。

【0075】したがって、本実施の形態4では、図10に示すように磁気記録媒体1の内周から外周にかけて複数の評価領域28を設けて、実際に再生する領域に近い評価領域28にて、再生信号の品質の評価を行い、それに基づくバイアス電流の設定を実施することで、磁気記録媒体1全域に渡り信頼性の高い情報の再生が可能となっている。

【0076】また、評価領域28を複数設けることで、各評価領域28へのアクセス時間を短縮できる効果もある。複数の評価領域28を設定する方法としては、磁気記録媒体1の半径方向に等間隔に設定してもよい。一方、磁気記録媒体1を複数のトラック数でブロック化してゾーン分割した場合は、各ゾーン毎に評価領域28を設定することが望ましい。

【0077】以上において、再生評価を実行するタイミングは、情報の記録または再生の待機中に実施することが望ましい。待機中に実施することで、記録再生の実動作には影響を与えることが無くなるため、磁気記録再生装置の記録再生が、バイアス電流の設定のために低下することはない。

【0078】【実施の形態5】図3と図11とに基づいて本発明の実施の形態5を説明する。本実施の形態5では、図3に示されているように磁気記録媒体1上の読み出し領域（再生領域）近傍に温度センサー8を設置している。

【0079】温度センサー8を用いたバイアス電流の設定処理のフローチャートを図11に示す。図11に示すように、この温度センサー8により磁気記録媒体1の周囲温度を監視してコントローラ4に温度情報を入力し（ステップ1、以下、ステップをSと略す）、コントローラ4では前回にバイアス電流を設定した時の温度から予め決められた所定の温度変化が生じたか否かを判断している（S2）。

【0080】もし、所定の温度変化が生じた場合は再生信号の品質評価を行い、その結果に基づきバイアス電流の設定を実行する（S4）。なお、再生信号の品質評価を評価領域28で実行する場合は、S4にて示した評価の前にアクセス動作が必要となる（S3）。

【0081】次に、所定の温度変化量について見積つてみると以下のようなになる。残留磁体の最大磁化強度を $M_r(\max)$ 、磁氣的補償温度付近における磁化強度の温度依存度を $\Delta M_r$ とし、隣接トラックからの許容されるクロストーク量を最大磁化強度 $M_r(\max)$ を使用して、例えば $0.05 * M_r(\max)$ と表す。これから、許容される温度変化量 $\Delta T$ は、 $0.05 * M_r(\max) / \Delta M_r$ から求めることができる。

【0082】具体的には、本発明者らの実験で得られた1例においては、 $M_r(\max)$ が $120 \text{ emu/cc}$ で $\Delta M_r$ が $0.8 \text{ emu/cc}/^\circ\text{C}$ であった。したがって、許容される温度変化量 $\Delta T$ は $7.5^\circ\text{C}$ となった。よって、この場合の許容できる所定の温度変化量は $7.5^\circ\text{C}$ 以下でなければならないことが判明した。実際には、安全性を見込んで $5^\circ\text{C}$ が妥当であると思われる。

【0083】また、許容されるクロストーク量をより厳しくすれば、許容可能な温度変化量はさらに小さくなり、所定の温度変化量がこれに連動して小さくなる。つまり、所定の温度変化量は、許容されるクロストーク量と磁氣的補償温度付近での磁化強度の温度依存度から決定されるということである。

【0084】【実施の形態6】図3と図12に基づいて本発明の実施の形態6を説明する。本実施の形態6では、コントローラ4に内蔵されたタイマー機能（図示していない）により、図12に示す処理のフローチャートに示すように、コントローラ4は、バイアス電流の設定について前回に実行した時点からの時間経過を監視し所定の時間が経過した場合（S11）には、再生信号の品質評価を実施し、その結果に基づきバイアス電流を再設定する（S13）。なお、再生信号の品質評価を評価領域28で実行する場合は、S13にて示した評価の前にアクセス動作が必要となる（S12）。

【0085】ここでの所定時間は、磁気記録媒体1の周囲温度の時間的変化から割り出されるものであって、特に重要な点、一般的に磁気記録再生装置の起動時には、磁気記録媒体1の周囲温度の時間的変化は激しいことが予測されるため、起動時および起動時から所定時間

内においては短い時間毎に信号品質を評価することが望ましい。一方、起動時から所定時間を超えて、本発明の熱アシスト再生方法を用いた磁気記録再生装置の内部温度が定常状態に達したならば、上記の所定時間を長く設定することができる。

【0086】〔実施の形態7〕図5と図13とに基づいて本発明の実施の形態7を説明する。本実施の形態7では、図5に示すように、情報の再生過程では信号処理部6において読み取られたアナログ信号を2値化してデジタル信号に変換される。その後、このデジタル情報のデコード作業が実施され、その結果としてエラー検出および訂正が実行される。

【0087】信号処理部6では、2値化して得られたデジタル信号のジッタ値を測定できるようになっている。ここで測定されたジッタ値は、図13のフローチャートに示すように、コントローラ4に入力される（S21）。コントローラ4では入力されたジッタ値が所定の値より大きくなったか否かを監視する（S22）。

【0088】もし、コントローラ4により、ジッタ値が所定の値を超えたと判断された場合、バイアス電流を変化させて、つまり再設定して（S24）、ジッタ値が所定の値より小さくなるようにすることが可能となっている。なお、バイアス電流を変化させる操作を評価領域28で実施する場合は、S24の前にアクセス動作を伴う（S23）。もし、所定の値より小さくすることができなければ、警告を発して再生動作を中止することが望ましい。

【0089】ここでジッタ値の所定値は、検出される信号の最短時間幅に対して10%以下が望ましい。一般的に、10%以下のジッタ値において、訂正前のエラーレートが $10^{-5}$ 以下となる。

【0090】〔実施の形態8〕図6と図14に基づいて本発明の実施の形態8を説明する。本実施の形態8では、図6に示すように、情報の再生過程では信号処理部6において読み取られた情報のデコード作業が実施され、その結果としてエラー検出および訂正が実行される。この際に、信号処理部6では、エラー検出の頻度からエラーレートを算出することが可能となっている。算出されてエラーレートは、図14のフローチャートに示すように、コントローラ4に入力され（S31）、コントローラ4では入力されたエラーレートが所定の値より大きくなったか否かを監視する（S32）。

【0091】もし、コントローラ4により、エラーレートが所定の値を超えたと判断された場合、バイアス電流を変化させて、つまり再設定して（S34）エラーレートが所定の値より小さくなるようにすることが可能となっている。バイアス電流を変化させる操作を評価領域28で実施する場合は、S34の前にアクセス動作を伴う（S33）。

【0092】もし、所定の値より小さくすることができ

なければ、警告を発して再生動作を中止することが望ましい。ここでエラーレートの所定値は、 $10^{-5}$ 以下が望ましい。一般的に、 $10^{-5}$ 以下のエラーレートにおいて、訂正後は $10^{-12}$ 以下のエラーレートとなり、本発明の熱アシスト再生方法を用いた磁気記録再生装置としての性能を維持できる。

【0093】

【発明の効果】本発明の磁気記録媒体は、以上のように、記録領域の磁氣的補償温度が室温より高く設定されている構成である。それゆえ、上記構成では、実質的に熱源となる磁気抵抗効果を利用したヘッドを使用して、記録領域に記録された情報を再生する場合にも、記録領域における、加熱した読み出し領域外の残留磁化を最小に抑制することができる。

【0094】したがって、上記構成では、読み出し領域外の記録領域からのクロストークを抑制できるので、上記読み出し領域の記録領域からの再生信号のS/Nが良好になるという効果を奏する。

【0095】本発明の他の磁気記録媒体では、以上のように、磁気抵抗効果を利用したヘッドでの発熱による記録領域の昇温分だけ周囲温度より高く磁氣的補償温度を設定している構成である。

【0096】それゆえ、上記構成では、ヘッドにより加熱されても読み出し領域外の残留磁化を最小にすることができるので、熱アシスト再生の目的とするクロストークの抑制された再生が可能となり、よって、再生信号のS/Nが良好になるという効果を奏する。

【0097】本発明の熱アシスト再生方法は、以上のように、上記磁気記録媒体から記録された情報を磁気抵抗効果を利用したヘッドを使用して再生する場合、ヘッドに印加するバイアス電流を、上記記録領域の温度に応じて変化させる方法である。

【0098】それゆえ、上記方法では、バイアス電流を調整することでヘッドの発熱を抑制し、ヘッドの読み出し領域に対する周囲の媒体領域における残留磁化を最小にすることができる。したがって、上記方法では、記録領域の組成のバラツキ等による磁氣的補償温度の偏差をカバーできて、再生信号のS/Nが良好となる効果を奏する。

【0099】本発明の他の熱アシスト再生方法は、さらに、記録領域からの再生信号のジッタ値、エラーレート、信号レベルの内1つまたはそれらの複数の測定して、その結果に基づきバイアス電流を設定する方法である。

【1000】それゆえ、上記方法では、バイアス電流の設定の制御が閉ループとなり、精度良くバイアス電流を設定できるので、制御系等の回路のバラツキによる悪影響を抑制でき、かつ、再生信号のS/Nを良好にすることが可能となり、さらに、実際の再生動作にて評価するため再生状況に応じて再生信号のS/Nを良好にできる

という効果を奏する。

【0101】本発明の他の熱アシスト再生方法は、さらに、記録領域上の予め設定された評価領域に記録された情報を再生することによって、バイアス電流を設定する方法である。

【0102】それゆえ、上記方法では、再生評価が迅速かつ容易に実施できるので、ヘッドのバイアス電流の迅速な設定が可能となる効果を奏する。

【0103】本発明の他の熱アシスト再生方法は、さらに、評価領域を媒体上の複数箇所に設けている方法である。

【0104】それゆえ、上記方法では、磁気記録媒体としての、例えばディスク状媒体を等角速度で回転させた場合、ディスク状媒体の内周と外周における線速度の変化により、ヘッドの浮上量が変化しヘッドの発熱がディスク状媒体に与える影響が変化しても、きめ細かくヘッドのバイアス電流を設定できる。よって、上記方法では、情報再生の信頼性を向上できるという効果を奏する。

【0105】本発明の他の熱アシスト再生方法は、さらに、記録または再生の待機中にバイアス電流を設定する方法である。それゆえ、上記方法では、バイアス電流の設定が、実際の記録または再生動作に影響を与えずに実行可能となる効果を奏する。

【0106】本発明の他の熱アシスト再生方法は、さらに、記録領域上の読み出し領域近傍の温度を検出し所定の温度変化が生じた場合に、再生信号の品質評価を行い、その結果に基づいて、ヘッドのバイアス電流を設定する方法である。

【0107】それゆえ、上記方法では、周囲温度の変化による記録領域に対する影響も考慮したバイアス電流の設定が可能となり、情報再生の信頼性を向上できるという効果を奏する。

【0108】本発明の他の熱アシスト再生方法は、さらに、一定時間毎に再生信号の品質評価を行いその結果に基づいてバイアス電流を設定する方法である。それゆえ、上記方法では、特別なセンサを必要とせず、再生状態の変化に対応したきめ細かいバイアス電流の設定が可能となる効果を奏する。

【0109】本発明の他の熱アシスト再生方法は、さらに、情報の再生過程で得られる再生信号のジッタ値に基づき、このジッタ値が所定の値を超えた場合に、バイアス電流を再設定する方法である。それゆえ、上記方法では、再生状況に即した信頼性の高いバイアス電流の設定が可能となる効果を奏する。

【0110】本発明の他の熱アシスト再生方法は、さらに、情報の再生過程で得られる再生信号のエラーレートに基づき、このエラーレートが所定の値を超えた場合に、バイアス電流を再設定する方法である。それゆえ、上記方法では、再生状況に即した信頼性の高いバイアス

電流の設定が可能となる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1における磁気記録媒体の残留磁化強度の温度特性を示すグラフである。

【図2】上記磁気記録媒体を使用して、光ビームによる熱アシスト再生により情報を再生した結果を示すグラフであり、(a)は光照射時、(b)は光照射無しのときである。

【図3】上記磁気記録媒体を使用して、本発明の熱アシスト再生方法により情報を再生するための装置の構成を示すブロック図である。

【図4】上記熱アシスト再生方法において使用したMRヘッドのバイアス電流と発熱の関係を示すグラフである。

【図5】上記熱アシスト再生方法において、再生信号のジッタ値を評価して、ヘッドのバイアス電流を設定する方法における信号処理部の構成を説明するブロック図である。

【図6】上記熱アシスト再生方法において、再生信号のエラーレートの評価して、ヘッドのバイアス電流を設定する方法における信号処理部の構成を説明するブロック図である。

【図7】上記熱アシスト再生方法において、光照射をしない場合の再生信号レベルをA/D変換して評価し、ヘッドのバイアス電流を設定する方法における信号処理部の構成を説明するブロック図である。

【図8】上記熱アシスト再生方法において、光照射をしない場合の再生信号レベルを基準値とコンパレータにより評価し、ヘッドのバイアス電流を設定する方法における信号処理部の構成を説明するブロック図である。

【図9】上記熱アシスト再生方法において、再生信号を評価するための評価領域を記録媒体上に設けて、ヘッドのバイアス電流を設定する方法における評価領域の説明図である。

【図10】上記熱アシスト再生方法において、再生信号を評価するための評価領域を記録媒体上に複数設けて、ヘッドのバイアス電流を設定する方法における複数の評価領域の説明図である。

【図11】上記熱アシスト再生方法において、媒体周辺に設置した温度センサ情報に従い所定の温度変化が生じた場合に、再生評価を行いその結果に基づき、ヘッドのバイアス電流を設定する方法における処理のフローチャートである。

【図12】上記熱アシスト再生方法において、一定時間経過ごとに、再生評価を行いその結果に基づき、ヘッドのバイアス電流を設定する方法における処理のフローチャートである。

【図13】上記熱アシスト再生方法において、再生信号のジッタ値を監視して所定のジッタ値を超えた場合に、ヘッドのバイアス電流を設定する方法における処理のフ

ローチャートである。

【図14】上記熱アシスト再生方法において、再生信号のエラーレートを監視して所定のエラーレートを越えた場合に、ヘッドのバイアス電流を設定する方法における処理のフローチャートである。

【図15】従来提案されていた磁気記録媒体を使用し、熱アシストにより情報を再生した結果を示すグラフであり、(a)は光照射時、(b)は光照射無しのときである。

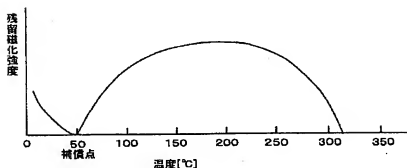
【図16】従来提案されていた磁気記録媒体の残留磁化

強度の温度特性を示すグラフである。

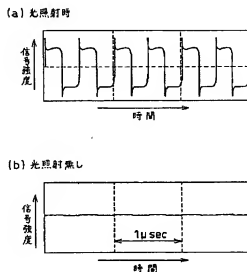
【符号の説明】

- 1 磁気記録媒体
- 2 MRヘッド（再生磁気ヘッド）
- 3 バイアス電流制御部
- 4 コントローラ
- 6 信号処理部
- 7 光照射装置
- 8 温度センサー
- 28 評価領域

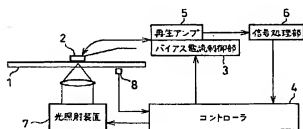
【図1】



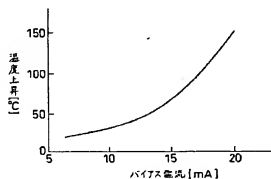
【図2】



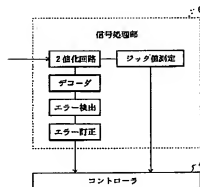
【図3】



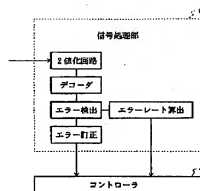
【図4】



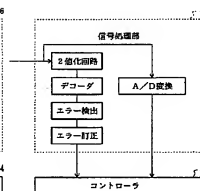
【図5】



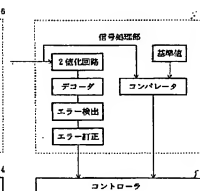
【図6】



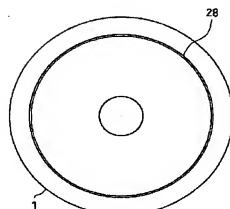
【図7】



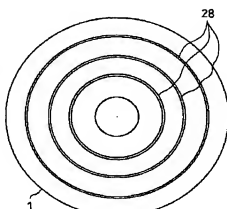
【図8】



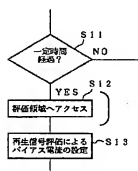
【図9】



【図10】

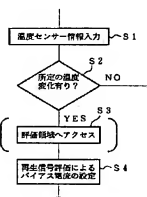


【図12】

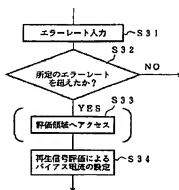
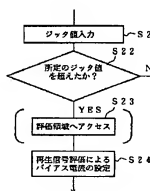


【図14】

【図11】

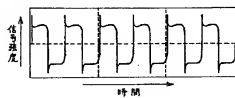


【図13】

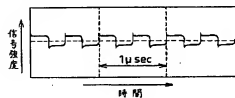


【図15】

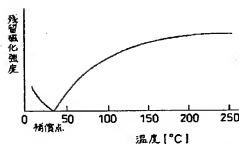
(a) 光照射時



(b) 光照射無し



【図16】



フロントページの続き

(72) 発明者 澤村 信蔵

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ヤープ株式会社内

(72) 発明者 片山 博之

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ヤープ株式会社内

Fターム(参考) 5D006 BB01 BB07 FA09

5D091 CC01 DD03 DD30 HH06